

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 1998 JPO & JAPIO. All rts.. reserv.

03251218

PRODUCTION OF UNSINGLE CRYSTAL SEMICONDUCTOR

PUB. NO.: 02-226718 [JP 2226718 A]

PUBLISHED: September 10, 1990 (19900910)

INVENTOR(s): YAMAZAKI SHUNPEI

SHINOHARA HISATO

APPLICANT(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD [470730] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 01-047738 [JP 8947738]

FILED: February 28, 1989 (19890228)

INTL CLASS: [5] H01L-021/20; H01L-021/263; H01L-021/268; H01L-021/336; H01L-029/784

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1005, Vol. 14, No. 533, Pg. 112,  
November 22, 1990 (19901122)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To improve mobility of carriers by irradiating an unsingle crystal semiconductor with a light beam having uniform or gentle energy distribution for heating the semiconductor and by moving a second light beam in a narrow range within an irradiation range.

CONSTITUTION: An unsingle crystal semiconductor is irradiated with a first light beam 3 having uniform or gentle energy distribution for such a period of time that the semiconductor is not molten and with such a quantity of energy that the semiconductor is not annealed until it is irradiated with a second light beam. According to this method, the mobility of carriers can be improved since the unsingle crystal semiconductor which has been warmed by the first light beam is irradiated with the second light beam and annealed thereby. Therefore, it is possible to obtain an unsingle crystal semiconductor having higher mobility of carriers at a lower temperature, in a shorter period of time and more easily in comparison with conventional methods.

⑨ 日本国特許庁(JP) ⑩ 特許出願公開  
 ⑪ 公開特許公報(A) 平2-226718

⑫ Int. Cl.<sup>5</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 平成2年(1990)9月10日  
 H 01 L 21/20 7739-5F  
 21/263  
 21/268 B 7738-5F  
 21/336  
 29/784  
 8624-5F H 01 L 29/78 3 1 1 Z  
 審査請求 未請求 請求項の数 4 (全4頁)

⑭ 発明の名称 非単結晶半導体の作製方法

⑮ 特 願 平1-47738

⑯ 出 願 平1(1989)2月28日

⑰ 発 明 者 山 崎 舜 平 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内  
 ⑱ 発 明 者 篠 原 久 人 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内  
 ⑲ 出 願 人 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地

明 細 書

1. 発明の名称

非単結晶半導体の作製方法

2. 特許請求の範囲

1. 非単結晶構造の半導体被膜に対し、広い照射面積を有し、第1のエネルギーを有し、均一またはゆるやかなビーム内エネルギー分布を有する第1の光ビームを照射し、前記第1の光ビームにより加熱された非単結晶半導体被膜の温められている間に前記第1の光ビームの照射領域内を前記第1のビームより狭い照射面積を有する第2の光ビームを照射しつつ移動させることにより、前記第2の光ビームが照射された部分の前記非単結晶構造の半導体被膜のキャリアの移動度を向上させることを特徴とする非単結晶半導体の作製方法。
2. 特許請求の範囲第1項において、前記第1の光ビームと前記第2の光ビームとは同一の光源より発光せられ光学系により所定のエネルギーレベルおよびビーム内エネルギー分布

を有することを特徴とする非単結晶半導体の作製方法。

3. 特許請求の範囲第1項において、前記第1の光ビームと前記第2の光ビームとは異なる光源より発光せられていることを特徴とする非単結晶半導体の作製方法。
4. 非単結晶構造の半導体被膜に対し、照射領域内に局部的に大きなエネルギー分布を持つ光ビームを照射し、前記光ビーム内の局部的に大きなエネルギー領域を光ビーム内で移動させることにより非単結晶半導体被膜のキャリアの移動度を向上させることを特徴とする非単結晶半導体の作製方法。

3. 発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

本発明は薄膜トランジスタ(以下にTFTともいう)等に応用可能なキャリアの移動度の高い非単結晶半導体の作製方法に関する。

「従来の技術」

最近、化学的气相法等によって、作製された非

## 特開平2-226718(2)

結晶半導体薄膜を利用した薄膜トランジスタが注目されている。

①の薄膜トランジスタは、絶縁性基板上に前述の如く化学的気相法等を用いて形成されるので、その作製雰囲気温度が最高で450℃程度と低温で形成でき、安価なソーダガラス、ホウケイ酸ガラス等を基板として用いることができる。

②の薄膜トランジスタは電界効果型であり、いわゆるMOSFETと同様の機能を有しているが、前述の如く安価な絶縁性基板上に低温で形成でき、さらにその作製する最大面積は薄膜半導体を形成する装置の寸法にのみ限定されるもので、容易に大面積基板上にトランジスタを作製できるという利点を持っていた。このため多量の画素を持つマトリクス構造の液晶ディスプレイのスイッチング素子や一次元又は二次元のイメージセンサ等のスイッチング素子として極めて有望である。

この薄膜トランジスタを作製するにはすでに確立された技術であるフォトリソグラフィが応用可能で、いわゆる微細加工が可能であり、IC等と

同様に集積化を図ることも可能であった。この従来より知られた薄膜トランジスタの代表的な構造を第2図に概略的に示す。

(20)はガラスよりなる絶縁性基板であり、(21)は非結晶半導体よりなる薄膜半導体、(22)、(23)はソースドレイン領域で、(24)、(25)はソースドレイン電極、(26)はゲート絶縁膜で(27)はゲート電極であります。

このように構成された薄膜トランジスタはゲート電極(27)に電圧を加えることにより、ソースドレイン(22)、(23)間に流れる電流を調整するものであります。

この時、この薄膜トランジスタの応答速度は次式で与えられる。

$$S = \mu \cdot V / L^2$$

ここでLはチャネル長、 $\mu$ はキャリアの移動度、Vはゲート電圧。

この薄膜トランジスタに用いられる非単結晶半導体層は、半導体層中に多量の再結合中心や結晶粒界等を含んでおり、これらが原因で単結晶の半

導体に比べてキャリアの移動度が非常に小さく上式より判るようにトランジスタの応答速度が非常に遅いという問題が発生していた。特にアモルファスシリコン半導体を用いた時、その移動度はだいたい0.1〜1 (cm<sup>2</sup>/V・Sec)程度で、ほとんどTFTとして動作しない程度のものであった。

このような問題を解決するには上式より明らかのようにチャネル長を短くすることと、キャリアの移動度を大きくすることが知られ、種々の改良が行われている。

特に、移動度を向上させることは、従来より種々の方法によって行われていた。代表的には、非単結晶半導体をアニールして、単結晶化又は多結晶のグレインサイズを大きくすることが行われていた。

これら従来例では、高温下でアニールするために、高価な耐熱性基板を使用しなければならなかったり、基板上全面の半導体層を結晶化又は多結晶化するため、処理時間が長くなるという問題が発生していた。

## 「発明の目的」

本発明は、前述の如き問題を解決するものであり、従来より知られた方法に比べて、低温でより短時間で容易にキャリアの移動度の高い非単結晶半導体を作製する方法を提供することを、その目的とするものである。

## 「発明の構成」

本発明は照射面積が広く、均一またはゆるやかなビーム内エネルギー分布を持つ第1の光ビームを非単結晶半導体被膜に照射しこの光ビームによって加熱された非単結晶半導体被膜に対し、照射面積が狭い第2の光ビームを第1の光ビーム照射領域内で移動させて非単結晶半導体のキャリアの移動度を向上させるものであります。

第1図に本発明の光ビームの様子を示します。同図(a)は光ビームの照射面の形状を示し第1の光ビームは(1)のように広い照射面を持っており、第2の光ビームは(2)のように第1の光ビームに比べて狭い照射面を有している。

一方同図(b)は光ビームの持つエネルギー分布の様

## 特開平2-226718(3)

子を示している。

第1の光ビームは(3)のように均一あるいはゆるやかなエネルギー分布をもっており、第2の光ビームはこれに比べて急峻でとがったエネルギー分布(4)を有しております。

このような状態の光ビームを用いることにより非単結晶半導体のキャリアの移動度の向上を行うもので、第1の光ビームを非単結晶半導体に照射しこの照射により非単結晶半導体が温められた状態で第2の光ビームを照射することにより非単結晶半導体をアニールし、キャリアの移動度を向上させるものであります。

この時、光ビームの照射時間、エネルギーと非単結晶半導体の関係において、第1の光ビームは非単結晶半導体が熔融されない程度の照射時間、エネルギー量にして、第2の光ビームが照射されたときに初めて非単結晶半導体はアニールされるようなエネルギーが選ばれる。

また、下地基板に耐熱性がなくても、必要な部分だけ短時間で非単結晶半導体のキャリアの移動

度を向上させることができるものであります。

これにより、TFTの応答速度を増大せしめ、その結果従来適用できなかった液晶ディスプレイ、イメージセンサー等にTFT素子を適用可能とし得るものであります。

以下に実施例を示し本発明を説明する。

## 「実施例」

本実施例においては、基板として石英基板を用いた、この基板上に公知のプラズマCVD法にて1型の非単結晶半導体被膜を8000Å形成した。

この時の作製条件を以下に示す。

基板温度	250℃
反応圧力	0.05 Torr
高周波出力	100W
使用ガス	SiH <sub>4</sub>

この被膜形成直後の非単結晶半導体膜のキャリアの移動度は約0.5 (cm<sup>2</sup>/V·sec)であった。この被膜に対しエキシマレーザ光を光学系にて分割し第1の光ビームを照射面として1mm<sup>2</sup>となるようにし第2の光ビームとして照射面40μm<sup>2</sup>

とし第1の光ビームと第2の光ビームを同時に照射し、第2の光ビームを第1の光ビーム照射領域内を移動して照射した。

この時レーザ光のエネルギーは第2の光ビームが照射された部分が第1の光ビームによって与えられたエネルギーと合わせて約10Jを100μsecの間に被膜に照射するように調整し、この部分の非単結晶半導体がアニールされ、移動度を向上させることができた。

アニール後の非単結晶半導体のキャリアの移動度は約240 (cm<sup>2</sup>/V·sec)程度の値が得られた。

本実施例においては第1の光ビームと第2の光ビームとをほぼ同時に照射したが、第1の光ビームを照射した後に被膜の温度が下がりきらない内に第2の光ビームを照射して、アニールを行ってもよい。

また本実施例においては、同一のレーザ光を分割して第1の光ビームと第2の光ビームとを構成せしめたが、全く異なる光源をもちいてこれら光

ビームを構成してもよい。ただし、同一の光源を用いた場合、は光学系のみ複数用意すれば良いだけであるので、装置の製造コストを安くおさえることが可能である。

## 「効果」

本発明のような状態の光ビームを用いることにより第1の光ビームを非単結晶半導体に照射しこの照射により非単結晶半導体が温められた状態で第2の光ビームを照射することにより非単結晶半導体をアニールし、キャリアの移動度を向上させるものであります。

また、レーザ光を用いて同時にアニールすることができるので、下地基板に耐熱性がなくても、十分に非単結晶半導体層のアニールを行うことができた。

これにより、TFTの応答速度を増大せしめ、その結果従来適用できなかった液晶ディスプレイ、イメージセンサー等にTFT素子を適用可能とし得るものであります。

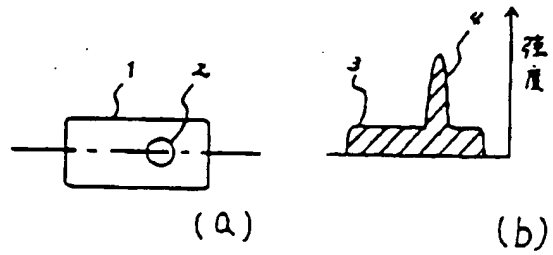
## 4. 図面の簡単な説明

特開平2-226718(4)

第1図は本発明で使用する光ビームの様子を示

1. 概略図

第2図は従来のTFT 概略断面図



第 1 図

特許出願人

株式会社半導体エネルギー研究所

代表者 山 崎 兵 平



第 2 図

